

# Residuos de "Acrocomia aculeata" como fuente de biomasa: una revisión sistemática

Regina León-Ovelar<sup>(1)</sup>, Jazmin Ortellado<sup>(2)</sup> Carlos Echauri<sup>(3)</sup>, José Agüero<sup>(4)</sup> Mariella Galeano<sup>(5)</sup>

## RESUMEN

La generación de residuos en la agro-industria se presenta como una oportunidad económica y sustentable en el Paraguay. La palmera *Acrocomia aculeata* o coco paraguayo, evidencia gran potencial como fuente de biomasa ya que diversos residuos son producidos en su industrialización. En el procesamiento del fruto para la obtención del aceite, los subproductos generados como la cáscara (epicarpio), la torta de pulpa (mesocarpio), el endocarpio y la torta de la almendra, podrían ser utilizados como fuentes para biocombustibles, agregando valor y convirtiendo la palma en un cultivo sostenible y rentable, considerando que para la producción de biodiesel, el aceite de esta palmera presenta una alta productividad y no es comestible. El endocarpio, genera un gran interés debi-

do al potencial que presenta como materia prima para la producción de biocombustibles u otros materiales como carbón vegetal y carbón activado debido a su alto poder calorífico, altas concentraciones de lignina y carbono fijo. Se ha demostrado como la composición y la estructura de estos residuos influyen de manera importante en la valorización. En este trabajo se presenta una evaluación de resultados experimentales obtenidos a partir de la pulpa de la fruta y del endocarpio, como materia prima para obtención de biocombustibles y carbones.

**Palabras clave:** *Acrocomia aculeata*, endocarpio, biocombustible

## ABSTRACT

*The generation of waste in the agro-industry presents a great economic and sustaina-*

(1;4) Lab. Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción, [rleon@ing.una.py](mailto:rleon@ing.una.py)

(2;3) Carrera Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción,

(5) Departamento de Medio Ambiente Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Asunción

*ble opportunity; In Paraguay, the *Acrocomia aculeata* palm or Paraguayan coconut, shows great potential as a source of biomass, various residues are produced in its industrialization. In the processing of the fruit to obtain the oil, the generated waste, shell (epicarp), pulp cake (mesocarp), endocarp and almond cake, are likely to be used as sources for biofuels, adding value and turning the palm into a truly sustainable and profitable crop, considering that for the production of biodiesel, the oil of this palm tree presents high productivity and is not edible. The endocarp generates great interest due to the potential it presents as raw material for the production of biofuels or other materials such as charcoal and activated carbon due to its high calorific value, high concentrations of lignin and fixed carbon. It has been demonstrated how the composition and structure of these residues have an important influence on the valorization process. This paper presents an evaluation of experimental results obtained from the pulp of the fruit and the endocarp, as raw material for obtaining biooils and coals.*

**Keywords:** *Acrocomia aculeata*, endocarp, bio-oil

## INTRODUCCIÓN

La palma sudamericana *Acrocomia aculeata*, comúnmente conocida como mbocayá, macaúba o simplemente palma de coco, es una especie nativa de América del Sur, su distribución se extiende desde México a Argentina y en el Paraguay, se han identificado 23 especies y su fruto es altamente comercializado (Duarte et al.,

2017). Este fruto, verde amarillento y de 2.5 a 5 cm de diámetro (Ilha et al., 2014), está compuesto por la pulpa, que representa el 49 % de la masa total; la cáscara (epicarpio) (12 %); el endocarpio (24.28 %) y la almendra (6.25 %). La *Acrocomia aculeata* posee potencial para usos en la industria farmacéutica, productos alimentarios y en la industria química (Lescano et al., 2015). Debido al porcentaje de masa de la pulpa, su uso es potenciado en tecnología y agroindustria (Lescano et al., 2015). Asimismo, el endocarpio y el epicarpio pueden ser utilizados como fuentes de biomasa para diferentes usos, como carbón o briquetas (Ciconini et al., 2013).

En Paraguay se posee una larga tradición industrial relacionada a la extracción y exportación de aceite de la almendra para varios propósitos (Ciconini et al., 2013), donde industrias con más de 50 años aprovechan la fruta de la *Acrocomia aculeata* para la producción de aceite, principalmente en la región de Horqueta y Asunción (Cargnin et al. 2008). Se producen entre 7 y 10 toneladas de endocarpio y epicarpio como subproducto agroindustrial por hectárea por año y son actualmente utilizados en calderas para la generación de calor. Sin embargo, este método de uso tradicional tiene un gran potencial de mejora, ya que se encuentra un segmento energético desperdiciado en el agotamiento de los gases calientes. Asimismo, se realiza una incineración parcial del material, debido a su humedad, haciendo menos eficiente este proceso

de aprovechamiento de residuos (Duarte, Lin, *et al.* 2016). Todas las partes de la fruta de *Acrocomia aculeata* proporcionan subproductos con alto valor económico (Ciconini *et al.* 2013). En cambio, actualmente el endocarpio es un desperdicio agroindustrial (Duarte *et al.*, 2016). Existen varias investigaciones acerca de la valorización del residuo (endocarpio) que genera la industria que procesa el fruto de la *A. aculeata*. Uno de ellos es a través del proceso de pirólisis, mediante el cual es posible obtener un líquido con un mayor valor agregado (bio-oil). Cuando se compara con otras materias primas potenciales de biodiesel, la cadena de producción del *Acrocomia aculeata* es todavía incipiente. En el 2013, en la zona sudeste de Brasil, esta materia prima contribuyó al sector de biodiesel en solo un 0.01 %. Sin embargo, su cultivo ha sido identificado como un cultivo que podría ser estimulado para cumplir con la industria de biodiesel en ese país (Da Silva Cesar *et al.*, 2015).

## 2. METODOLOGÍA

La selección de los artículos se ha basado en dos criterios, antigüedad no mayor a 10 años y, trabajos de tipo experimental o empíricos, que se han estudiado en su totalidad. Asimismo, se ha realizado un análisis y posterior discusión en base a la información encontrada en la literatura sobre la palmera tropical *Acrocomia aculeata* y los residuos que genera, entre estos, el endocarpio o carozo con uso potencial como biomasa.

## 3. RESULTADOS

La palma de coco tiene un gran potencial como materia prima para la producción de biocombustibles sólidos (Evaristo *et al.* 2016). Según Duarte *et al.* (2017), el endocarpio representa aproximadamente el 21 % de la masa total de los residuos generados en el procesamiento de la fruta. Éste presenta alta densidad energética, altas concentraciones de lignina y carbono fijo como también una baja concentración de cenizas (Evaristo *et al.*, 2016). El contenido de carbono aumenta con el aumento de la temperatura de pirólisis y las macromoléculas se degradan formando compuestos aromáticos (León Ovelar, R., *et al.* 2017), esto correspondería a la formación del bio-oil. Las propiedades mencionadas, permiten considerar al endocarpio como materia prima potencial para producir biocombustibles o materiales como carbón y carbón activado para una variedad de aplicaciones (Duarte *et al.*, 2017). La cáscara y el endocarpio pueden ser utilizados para la cogeneración de energía. Según Duarte *et al.* (2016), el valor calorífico es aproximadamente de 19,3 MJ/kg., siendo este superior a los valores obtenidos por los residuos de biomasa de los cultivos agrícolas más comunes en Brasil: cáscara de arroz (12,9 MJ / kg), cáscara de soja (16,9 MJ / kg) y bagazo de caña de azúcar (17,3 MJ / kg) (Da Silva *et al.*, 2015). Según Evaristo *et al.* (2016), el valor calorífico del endocarpio es aproximadamente de 20.45 (MJ/kg), indicando el potencial de la biomasa para la producción de bio-energía.

De acuerdo con Plath *et al.* (2016), Paraguay posee casi 60.000 km<sup>2</sup> de superficie de tierras mediana a altamente adecuadas para el cultivo de *Acrocomia aculeata* bajo las condiciones climáticas actuales. Estudios sobre la capacidad de producción de plantaciones comerciales indican una productividad de 5 toneladas de aceite de pulpa y 1,5 toneladas de aceite de almendra por hectárea por año (Colombo *et al.* 2018). Por lo tanto Paraguay posee aproximadamente 6.000.000 de hectáreas cultivables de *Acrocomia aculeata*. Considerando el rendimiento de Colombo *et al.* (2018); se tendrían 30.000.000 de toneladas de aceite de pulpa por año y 9.000.000 de toneladas de aceite de almendra por año.

#### 4. CONCLUSIONES

Los residuos de la *Acrocomia* poseen características físicas y químicas ventajosas en comparación a otros residuos agrícolas y forestales que son utilizados como materia prima para la generación de energía (Evaristo *et al.* 2016).

El bio-oil es manejable en los procesos de combustión y genera menos emisiones tóxicas en comparación con las de los combustibles derivados del petróleo (Duarte, Lin, *et al.*, 2016).

Tanto la pulpa del coco paraguayo como el endocarpio, presentan un elevado potencial para la generación de energía, como bio-oils o carbones respectivamente, según las propiedades expuestas.

## 5. REFERENCIAS

- Evaristo, A. B., Grossi, J. A. S., Carneiro, A. D. C. O., Pimentel, L. D., Motoike, S. Y., & Kuki, K. N. (2016). Actual and putative potentials of macauba palm as feedstock for solid biofuel production from residues. *Biomass and Bioenergy*, 85, 18-24.
- Duarte, S., Lv, P., Almeida, G., Rolón, J. C., & Perre, P. (2017). Alteration of physico-chemical characteristics of coconut endocarp—*Acrocomia aculeata*—by isothermal pyrolysis in the range 250–550° C. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 126, 88-98.
- Duarte, S., Lu, P., Monteiro, G., Rolon, J. C., & Perre, P. (2016, May). Thermogravimetric analysis, composition and pore development during pyrolysis of coconut core. In 21st International Symposium on Analytical and Applied Pyrolysis.
- Duarte, S. J., Lin, J., Alviso, D., & Rolón, J. C. (2016). Effect of temperature and particle size on the yield of bio-oil, produced from conventional coconut core pyrolysis. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 7(2), 102.
- León Ovelar, R., Fernández Boy, E., & Knicker, H. (2017). Caracterización del endocarpio de *Acrocomia aculeata* como sustrato de cultivos.
- Lescano, C. H., Oliveira, I. P., Silva, L. R., Baldivia, D. S., Sanjinez-Arg, E. J., Arruda, E. J., ... & Lima, F. F. (2015). Nutrients content, characterization and oil extraction from *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. fruits. *African Journal of Food Science*, 9(3), 113-119.
- Plath, M., Moser, C., Bailis, R., Brandt, P., Hirsch, H., Klein, A. M., ... & von Wehrden, H. (2016). A novel bioenergy feedstock in Latin America? Cultivation potential of *Acrocomia aculeata* under current and future climate conditions. *Biomass and Bioenergy*, 91, 186-195.
- Colombo, C. A., Berton, L. H. C., Diaz, B. G., & Ferrari, R. A. (2018). Macauba: a promising tropical palm for the production of vegetable oil. *OCL*, 25(1), D108.
- Ciconini, G., Favaro, S. P., Roscoe, R., Miranda, C. H. B., Tapeti, C. F., Miyahira, M. A. M., ... & Naka, M. H. (2013). Biometry and oil contents of *Acrocomia aculeata* fruits from the Cerrados and Pantanal biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Industrial Crops and Products*, 45, 208-214.
- Da Silva, R. L., Seye, O., Torres, T. R. C., Pereira, T. V., & Júnior, J. R. P. Residual biomass from Brazil's Pantanal and Cerrado—HHV and ultimate analysis estimations from experimental results for proximate analysis.
- Da Silva César, A., de Azedias Almeida, F., de Souza, R. P., Silva, G. C., & Atabani, A. E. (2015). The prospects of using *Acrocomia aculeata* (macaúba) a non-edible biodiesel feedstock in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 49, 1213-1220.
- Cargnin, A. C., Junqueira, N. T. V., Fogaça, C. M., Costa, C. J., & AGUIAR, J. D. (2008). Potencial da macaubeira como fonte de matéria-prima para produção de biodiesel. *Embrapa Cerrados*.
- Iha, O. K., Alves, F. C., Suarez, P. A., de Oliveira, M. B., Meneghetti, S. M., Santos, B. P., & Soletti, J. I. (2014). Physicochemical properties of *Syagrus coronata* and *Acrocomia aculeata* oils for biofuel production. *Industrial Crops and Products*, 62, 318-322.